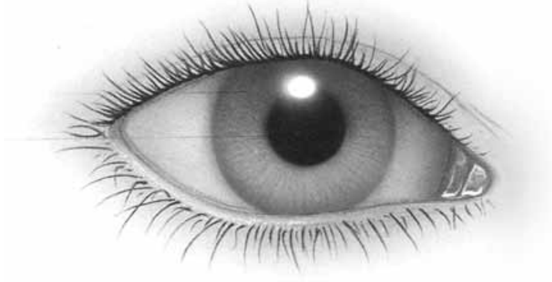
একাদশ অধ্যায়

আলো

আলোক রশ্মি এক স্ব"Q মাধ্যম থেকে অন্য স্ব"Q মাধ্যমে তীর্যকভাবে আপতিত হলে মাধ্যম পরিবর্তনে এর গতিপথের ভিন্নতা দেখা যায়। এটি হলো আলোর প্রতিসরণ। এই অধ্যায়ে আমরা দৈনন্দিন জীবনে সংঘটিত আলোর প্রতিসরণের বিভিন্ন ঘটনা, cY অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন এবং এর প্রয়োগ হিসাবে অপটিক্যাল ফাইবারের সাথে পরিচিত হব। এছাড়া ম্যাগনিফাইং গ্লাসের কাজ, মানব চক্ষু ও ক্যামেরার কার্যক্রম তুলনা নিয়ে আলোচনা করব।





এ অধ্যায় শেষে আমরা–

- দৈনন্দিন জীবনে সংঘটিত প্রতিসরণের ঘটনাগুলো চিত্র অঙ্কন করে ব্যাখ্যা করতে পার।
- cY অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ব্যাখ্যা করতে পারব।
- অপটিক্যাল ফাইবারের কাজ ব্যাখ্যা করতে পারব।
- ম্যাগনিফাইং গ্লাসের কাজ ব্যাখ্যা করতে পারব।
- চশমার কাজ ব্যাখ্যা করতে পারব।
- ক্যামেরা এবং চোখের কার্যক্রম তুলনা করতে পারব।
- আমাদের দৈনন্দিন জীবনের বিভিন্ন কার্যক্রমে আলোর অবদান উপলব্ধি করতে পারব।

পাঠ ১ : আলোর প্রতিসরণ

তুমি কি কখনো কোনো গ্লাসের জানালার সামনে দাঁড়িয়ে তোমার নিজের ছবি দেখার চেষ্টা করেছ? গ্লাস থেকে আলোর প্রতিফলনের ফলে তোমার কি একটা A¯úó প্রতিবিম্ব দেখেছ? এই প্রতিবিম্বটা কি কোনো আয়নার তৈরি তোমার প্রতিবিম্ব থেকে ভিন্ন? এটাকে অনেক বেশি আবছা লাগে কেন বলতে পার? গ্লাস হলো স্ব"Q মাধ্যম। এর অধিকাংশ আলোই এর মধ্য দিয়ে চলে যায়, কেবল খুবই কম অংশ প্রতিফলিত হয় বলেই প্রতিফলিত প্রতিবিম্বটি এতটা আবছা দেখা যায়। তাহলে আলো যখন এক স্ব"Q মাধ্যম থেকে অন্য স্ব"Q মাধ্যমে চলে গেল তখন এর গতিপথ কেমন? চলো আমরা এবার এই m¤ú‡K we¯ÍwiZ জানব। তবে প্রথমে তোমরা নিচের কাজটি করে নাও।

কাজ : আলোর প্রতিসরণের ধারণা

প্রয়োজনীয় উপকরণ : একটা পেন্সিল, একটি কাচের গ্লাসে পানি।

পদ্ধতি : একটি কাচের গ্লাসে ৩/৪ অংশ cY করে পানি নাও। এবার বলতে পারবে একটি পেন্সিলকে কিছু অংশ একটু কাত করে পানির ভিতর রাখলে পানির ভিতরে কলমের অংশটুকু কেমন দেখা"Q?

তুমি পানির মধ্যে পেন্সিলটিকে পর্যবেক্ষণ কর। তোমার পর্যবেক্ষণকৃত ফলাফল লেখ। আমরা জানি কোনো e¯‘ থেকে আলো প্রতিফলিত হয়ে আমাদের চোখে পড়লেই কেবল ঐ e¯‘‡K দেখতে পারি। তুমি নিশ্চয়ই পেন্সিলটিকে পানির মধ্যে খাটো, মোটা এবং পানির তল বরাবর এটি ভেঙ্গে গেছে বলে মনে করছ|



চিত্র ১১.১ : আলোর প্রতিসরণ

উপরের কাজটির ক্ষেত্রে পানির ভিতরে পেন্সিলের নিচের অংশ থেকে আলো প্রতিফলিত হয়ে আমাদের চোখে এসে পড়ছে। এর c‡e এটি এক স্ব"Q মাধ্যম পানি থেকে অন্য স্ব"Q বায়ুতে এসে তোমাদের চোখে পড়ছে। দুইটি ভিন্ন মাধ্যমে আলো যদি একই সরল রেখায় চলত তাহলে পেন্সিলটিকে নিশ্চয়ই সোজা দেখাত। কিন্তু তোমরা দেখতে পেলে এটিকে পানির তলে ভেঙ্গে গেছে বলে মনে হ"Q। এর থেকে সিদ্ধান্ত নেওয়া যায় যে আলো যখন এক স্ব"Q মাধ্যম থেকে অন্য স্ব"Q মাধ্যমে প্রবেশ করে তখন এটি তার গতিপথের দিক পরিবর্তন করে। আলোক রশ্মির এই দিক পরিবর্তনই আলোর প্রতিসরণ। একটি নির্দিষ্ট স্ব"Q মাধ্যমে আলো সরল রেখায় চলে কিন্তু অন্য মাধ্যমে প্রবেশের সাথে সাথেই এটি মাধ্যমের ঘনত্ব অনুসারে এর দিক পরিবর্তন করে। এখানে উল্লেখ্য যে লম্বভাবে আলো এক মাধ্যম থেকে ভিন্ন অন্য স্ব"Q মাধ্যমে যাওয়ার সময় এর গতিপথের কোনো দিক পরিবর্তন হয় না।

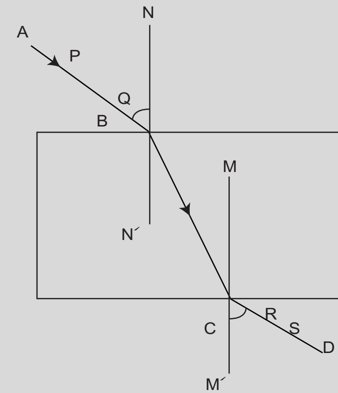
পাঠ ২ ও ৩ : আলোর প্রতিসরণের নিয়ম

আলোক রশ্মির প্রতিসরণের সময় নিয়মগুলো মেনে চলে। প্রথমেই পরীক্ষাটা করে নাও।

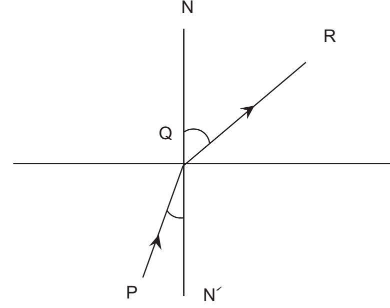
কাজ : কাচ ফলকে আলোর প্রতিসরণ

প্রয়োজনীয় উপকরণ : আলপিন, কাচফলক, ড্রইং বোর্ড।

পদ্ধতি : প্রথমেই ড্রইং বোর্ডে একটি সাদা কাগজ আটকিয়ে নাও। কাচফলকটিকে সাদা কাগজের কেন্দ্রে রাখ এবং এর চারদিকে দাগাঙ্কিত কর। এবার কাচফলকটি সরিয়ে নাও এবং একটি আপতিত রশ্মি AB আঁক। মোটামুটি ৫ সে.মি `i‡Z AB রেখার উপর P এবং Q বিন্দুটি দুটো পিন খাড়াভাবে রাখ। কাচফলকটি পুনরায় রাখ এবং পিন যে প্রান্তে রেখেছ তার উল্টো দিক থেকে পিন দুটোকে দেখার চেষ্টা কর (শিক্ষকের নির্দেশনা প্রয়োজন) এবার কাচফলকের অপর প্রান্তে R এবং S বিন্দুতে আরও দুটো পিন খাড়াভাবে রাখ যেন কাচফলকের মধ্য দিয়ে P, Q, R ও S একই লাইনে আছে বলে মনে হয়। R এবং S বিন্দু দুটি চিহ্নিত করে এবং পুনরায় কাচফলক সরিয়ে CD লাইন টান। পাশাপাশি BC প্রতিসরিত রশ্মি, অভিলম্ব MM´ এবং NN´ আঁক। চাঁদা দিয়ে আপতন কোণ ABN, প্রতিসরণ কোণ CBN´ এবং নির্গত কোণ DCM´ চিহ্নিত করে মাপ।



চিত্র ১১.২ : কাচের সাপেক্ষে আলোর প্রতিসরণ



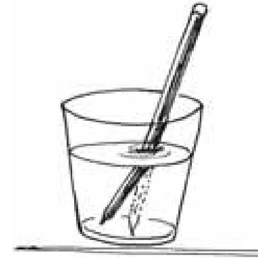
চিত্র ১১.৩ : ঘন থেকে হালকা মাধ্যমে আলোর প্রতিসরণ

উপরের কাজটি করে তোমরা কী পর্যবেক্ষণ করতে পারছ? এখানে আলোক রশ্মি হালকা মাধ্যম (বায়ু) থেকে ঘন মাধ্যমে (কাচ) প্রবেশ করেছে। কোণগুলোকে মেপে দেখা যা"Q আপতন কোণ i প্রতিসরণ কোণ r অপেক্ষা বড় এবং আপতন কোণ i ও নির্গত কোণ c সমান। তাহলে তোমরা কী সিদ্ধান্ত নিতে পার :

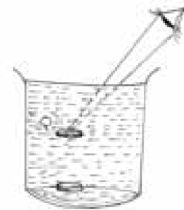
- ❑ আলোক রশ্মি যখন হালকা মাধ্যম থেকে ঘন মাধ্যমে প্রবেশ করে তখন এটি অভিলম্বের দিকে সরে আসে। এই ক্ষেত্রে আপতন কোণ প্রতিসরণ কোণ অপেক্ষা বড় হয়।
- ❑ আলোকরশ্মি প্রথমে একটি মাধ্যম থেকে (যেমন বায়ু) অন্য মাধ্যমে (কাচ) প্রতিসরিত হয় এবং পুনরায় একই মাধ্যমে (বায়ু) নির্গত হলে আপতন কোণ ও নির্গত কোণ সমান হয়।
- ❑ আপতিত রশ্মি, প্রতিসরিত রশ্মি এবং আপতন বিন্দুতে দুই মাধ্যমে বিভেদ তলে অঙ্কিত অভিলম্ব একই সমতলে থাকে। এছাড়াও উপরের পরীক্ষাটির ন্যায় অনুরূপ পরীক্ষণ থেকে দেখা গেছে যে, আলোক রশ্মি যখন ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে প্রবেশ করে তখন এটি অভিলম্ব থেকে `‡i সরে যায়। এই ক্ষেত্রে আপতন কোণ প্রতিসরণ কোণ অপেক্ষা ছোট হয়। পাশাপাশি আলোক রশ্মি যখন অভিলম্ব বরাবর আপতিত হয় তখন আপতন কোণ, প্রতিসরণ কোণ ও নির্গত কোণের মান kb¨ হয়। এক্ষেত্রে আপতিত রশ্মির দিক পরিবর্তন হয় না।

পাঠ ৪ ও ৫ : প্রতিসরণের বাস্তব প্রয়োগ

তোমরা এখন নিচের কয়েকটি ক্ষেত্রে প্রতিসরণের e¨¯Íe প্রয়োগ দেখতে পাবে।

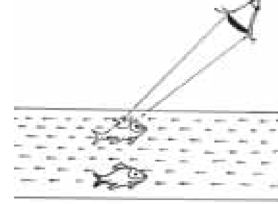

চিত্র ১১.৪ : আলোর প্রতিসরণ

(১) একটি সোজা লাঠিকে কাত করে পানিতে ডুবালে উপর থেকে তাকালে পানির ভিতর লাঠির অংশটি কেমন দেখাবে। পর্যবেক্ষণ করে দেখ লাঠিটি ছোট বা উপরে দেখা যা"Q বলে মনে হ"Q? আসলে প্রতিসরণের ফলে এমন হ"Q। চিত্র অনুসারে এখানে ঘন মাধ্যমে পানি থেকে আলো প্রতিসরিত হয়ে হালকা মাধ্যমে তোমার চোখে প্রতিফলিত হ"Q। লাঠিটির নিমজ্জিত অংশের প্রতিটি বিন্দু উপরে উঠে আসে। ফলে লাঠিকে খানিকটা উপরে এবং এর ফলে দৈর্ঘ্য কমে আসে এবং মোটা দেখায়।


চিত্র ১১.৫ : আলোর প্রতিসরণের ফলে মুদ্রার অবস্থানের পরিবর্তন

(২) একটি স্টীলের মগ বা চিনামাটির বাটি নাও। এরপর মগ বা বাটিতে একটি টাকার মুদ্রা রাখ। এখন তোমার চোখকে এমন স্থানে রাখ যেন তুমি মুদ্রাটিকে না দেখতে পাও। এবার অন্য একজনকে ধীরে ধীরে মগ বা পাত্রে পানি ঢালতে বল। কী হবে এবং কেন হবে তা বলতে পারবে? পর্যবেক্ষণ করে দেখবে A‡¯Í A‡¯Í তুমি মুদ্রাটিকে দেখতে পাবে। এটি প্রতিসরণের ফলে সম্ভব হয়েছে। অর্থাৎ প্রতিসরণের ফলে আলো ঘন মাধ্যম পানি থেকে হালকা মাধ্যম বায়ুতে তোমার চোখে প্রতিসরিত হওয়ায় তুমি পয়সার অবাস্তব প্রতিবিম্ব দেখতে পা"Q।

(৩) তুমি কি কখনও মাছ শিকার করেছ? সাধারণত পানিতে যে জায়গায় মাছটি দেখা যায় আসলে কি মাছটি ঐ জায়গায় থাকে? মোটেই না? আসলে যে মাছটি আমরা দেখি এটি হলো তার Aev¯Íe প্রতিবিম্ব। প্রকৃতপক্ষে মাছ থাকে আরেকটু `‡i এবং গভীরে। যদি তুমি টেঁটা দিয়ে মাছ মারতে চাও তাহলে এটিকে মারতে হবে আরও নিচে ও `‡i|

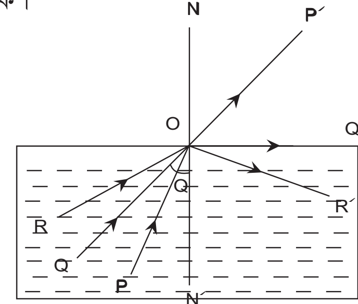


চিত্র ১১.৬ : আলোর প্রতিসরণের ফলে মাছের অবস্থানের পরিবর্তন

(৪) তুমি নিশ্চয়ই বর্ষাকাল দেখেছ যে পুকুর ঘাট পানিতে তলিয়ে যায়। লক্ষ করে দেখবে বর্ষার স্ব"Q পানির জন্য পুকুর ঘাটের সিড়িটা কোথায় দেখা যায়। আসলে এটিকে যেখানে দেখা যায় এটি থাকে তার চেয়ে একটু নিচে। ফলে অনেকেই বুঝতে না পেরে পড়ে যায়। এমন ঘটনাটি আরও দেখতে পাবে তোমাদের কেউ যদি সেন্টমার্টিনের দ্বীপের পাশে অবস্থিত ছেঁড়া দ্বীপে বেড়াতে গিয়ে থাক। ওখানকার স্ব"Q পানিতে নিচের পাথর ও শৈবাল অনেক কাছে মনে হয়। এটা হয় gjZ আলোর প্রতিসরণের জন্যই।

পাঠ ৬ ও ৭ : পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ও সংকট কোণ (ক্রান্তি কোণ)

আলোক রশ্মি যখন ঘন স্ব"Q মাধ্যম থেকে হালকা স্ব"Q মাধ্যমে প্রবেশ করে তখন প্রতিসরিত রশ্মি আপতন বিন্দুতে অঙ্কিত অভিলম্ব থেকে দূরে সরে যায়। ফলে প্রতিসরণ কোণ আপতন কোণের চেয়ে বড় হয়। এভাবে আপতন কোণের মান ক্রমশ বাড়তে থাকলে প্রতিসরণ কোণও অনুরূপভাবে বাড়তে থাকে। কিন্তু ঐ নির্দিষ্ট দুটি মাধ্যমের জন্য আপতন কোণের কোনো একটি মানের জন্য (এ ক্ষেত্রে অবশ্যই ৯০° কম) প্রতিসরণ কোণের মান ৯০° হয় অর্থাৎ প্রতিসরিত রশ্মিwU বিভেদ তল বরাবর চলে আসে। এ ক্ষেত্রে ঐ আপতন কোণকে আমরা সংকট কোণ বলি। এখন আপতন কোণের মান যদি সংকট কোণের চেয়ে বেশি হয় তখন কী হবে? প্রতিসরণ কোণের মান তো আর ৯০° এর বেশি হতে পারে না?



চিত্র ১১.৭ : পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ও সংকট কোণ

পরীক্ষা করে দেখা গেছে ঐ ক্ষেত্রে আলোক রশ্মি আর প্রতিসরিত না হয়ে বিভেদ তল থেকে একই মাধ্যমে প্রতিফলিত হয়ে আসবে। এক্ষেত্রে বিভেদতল প্রতিফলক হিসেবে কাজ করে এবং এই প্রতিফলন সাধারণ প্রতিফলনের নিয়মানুসারে হয়। এই ঘটনাকে cY অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন বলা হয়। অর্থাৎ ঘন মাধ্যম থেকে আপতিত রশ্মি তখন দুই মাধ্যমের বিভেদ তলে সাধারণ প্রতিফলনের নিয়মানুসারে m¤úY প্রতিফলিত হয়ে আবার ঘন মাধ্যমেই ফিরে আসবে।

চিত্র অনুসারে PO আপতিত রশ্মির জন্য আপতন কোণ সংকট কোণের চেয়ে ছোট, যার প্রতিসরিত রশ্মি হলো OP´। QO আপতিত রশ্মিটির জন্য আপতন কোণ সংকট কোণের সমান। যার প্রতিসরিত রশ্মি হলো QO´ রশ্মি এবং এটি বিভেদ তল বরাবর প্রতিসরিত হয়েছে অর্থাৎ প্রতিসরণ কোণ ৯০°। RO রশ্মিটির জন্য আপতন কোণ সংকট কোণের চেয়ে বড়। এক্ষেত্রে cY অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হয়েছে OR´ রশ্মিটি প্রতিফলিত রশ্মি।

এখন প্রশ্ন হলো এর সাথে সাধারণ প্রতিফলনের পার্থক্য কোথায়? সাধারণ প্রতিফলনের সময় দেখা যায় আলোর কিছু না কিছু অংশ প্রতিসরিত হয়; কিন্তু অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের ক্ষেত্রে দেখা যায় এক্ষেত্রে mg¯Í আলোক রশ্মি প্রতিফলিত হয়।

পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের শর্ত

১) আলোক রশ্মি কেবলমাত্র ঘন থেকে হালকা মাধ্যমে যাওয়ার সময় এটি ঘটে।

২) ঘন মাধ্যমে আপতন কোণ অবশ্যই এর মাধ্যম দুটির সংকট কোণের চেয়ে বড় হতে হবে।

পাঠ ৮ : অপটিক্যাল ফাইবার

অপটিক্যাল ফাইবার হলো একটি খুব সরু কাচতন্তু। এটা মানুষের চুলের মতো চিকন এবং নমনীয়। আলোক রশ্মিকে বহনের কাজে এটি ব্যবহৃত হয়। আলোক রশ্মি যখন এই কাচতন্তুর মধ্যে প্রবেশ করে তখন এর দেয়ালে পুনঃপুন cY অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটতে থাকে। এই প্রক্রিয়া চলতে থাকে আলোক রশ্মি কাচতন্তুর অপর প্রান্ত দিয়ে বের না হওয়া পর্যন্ত। সাধারণত ডাক্তার মানবদেহের ভিতরের কোনো অংশ (যেমন পাকস্থলী, কোলন দেখার জন্য) যে আলোক নলটি ব্যবহার করে এটি একগু"Q অপটিক্যাল ফাইবারের সমন্বয়ে গঠিত। এছাড়া অপটিক্যাল ফাইবার ব্যবহারের আরেকটি ক্ষেত্র হলো টেলিকমিউনিকেশনস। এতে অপটিক্যাল ফাইবার ব্যবহার করার ফলে একই সাথে অনেকগুলো সংকেত প্রেরণ করা যায়। সংকেত যত দূরই যাক না কেন এর শক্তি হ্রাস পায় না।

ম্যাগনিফাইং গ্লাস

কোনো উত্তল লেন্সের ফোকাস `i‡Zi মধ্যে কোনো e¯'‡K ¯'vcb করে লেন্সের অপর পাশ থেকে e¯'wU‡K †দখলে e¯'wUi একটি সোজা, বিবর্ধিত ও Aev¯Íe বিম্ব দেখা যায়। এখন এই বিম্ব চোখের যত কাছে গঠিত হবে চোখের বীক্ষণ কোণও তত বড় হবে এবং বিম্বটিকেও বড় দেখাবে। কিন্তু বিম্ব চোখের নিকট বিন্দুর চেয়ে কাছে গঠিত হলে সেই বিম্ব আর ¯úó দেখা যায় না।

সুতরাং বিম্ব যখন চোখের নিকট বিন্দু অর্থাৎ ¯úó দর্শনের নিকটতম দরত্বে গঠিত হয় তখনই তা খালি চোখে সবচেয়ে ¯úó দেখা যায়। ফলে যে mg¯Í লেখা বা e¯' চোখে পরিষ্কার দেখা যায় না তা ¯úó ও বড় করে দেখার জন্য স্বল্প ফোকাস `i‡Zi একটি উত্তল লেন্স ব্যবহার করা হয়। উপযুক্ত ফ্রেমে আবদ্ধ এই উত্তল লেন্সকে বিবর্ধক কাচ বা পঠন কাচ বা সরল অনুবীক্ষণ যন্ত্র বলে। এই যন্ত্রে খুব বেশি বিবর্ধন পাওয়া যায় না।

শিক্ষকের সহায়তায় তোমরা এ ধরনের ম্যাগনিফাইং গ্লাস দেখতে পার।



চিত্র ১১.৮ : ম্যাগনিফাইং গ্লাস

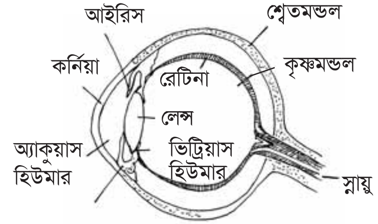
পাঠ ৯ ও ১০: মানব চক্ষু (Human eye)

চোখ আমাদের cÂB›`ª‡qi অন্যতম। চোখ দিয়ে আমরা দেখি। মানব চক্ষুর কার্যপ্রণালি ছবি তোলার ক্যামেরার মতো। চিত্রে মানব চক্ষুর বিশেষ বিশেষ অংশ দেখানো হয়েছে। প্রধান অংশগুলোর বর্ণনা নিচে দেওয়া হলো (চিত্র ১১.৯)।

(ক) অক্ষিগোলক (**Eye-ball**) : চোখের কোটরে অবস্থিত এর গোলাকার অংশকে অক্ষিগোলক বলে। একে চক্ষু কোটরের মধ্যে একটি নির্দিষ্ট সীমার চারদিকে ঘুরানো যায়।

(খ) শ্বেতমন্ডল (Sclera) : এটা অক্ষিগোলকের বাহিরের সাদা, শক্ত ও ঘন আঁশযুক্ত অস্ব"Q আবরণবিশেষ। এটি চক্ষুকে বাহিরের বিভিন্ন প্রকার অনিষ্ট হতে রক্ষা করে এবং চোখের আকৃতি ঠিক রাখে।

(গ) কর্নিয়া (**Cornea**), : শ্বেতমণ্ডলের সামনের অংশকে কর্নিয়া বলে। শ্বেতমণ্ডলের এই অংশ স্ব"Q এবং অন্যান্য অংশ অপেক্ষা বাহিরের দিকে অধিকতর উত্তল।



চিত্র ১১.৯ : চোখের অভ্যন্তরীণ গঠন

(ঘ) কোরয়েড বা কৃষ্ণমণ্ডল (Choroid) : এটি কালো রঙের এক ঝিলি-দ্বারা গঠিত শ্বেতমণ্ডলের ভিতরের গাত্রের A¯"Q¯`bবিশেষ। এই কালো রঙের জন্য চোখের ভিতরে প্রবিষ্ট আলোকের প্রতিফলন হয় না।

(ঙ) আইরিস (Iris) : এটি কর্নিয়ার ঠিক পিছনে অবস্থিত একটি অস্ব"Q পর্দা। পর্দাটি স্থান ও লোকবিশেষে বিভিন্ন রঙের নীল, গাঢ়, বাদামি, কালো ইত্যাদি হয়ে থাকে।

(চ) মণি বা তারারন্ধ্র (Pupil) : এটি কর্নিয়ার কেন্দ্রস্থলে অবস্থিত মাংসপেশি যুক্ত একটি গোলাকার ছিদ্রপথ। মাংসপেশির সংকোচন ও প্রসারণে তারা রন্ধ্রের আকার পরিবর্তিত হয়।

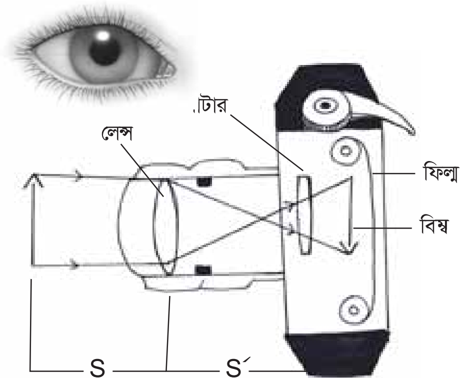
(ছ) স্ফটিক উত্তল লেন্স (Crystalline Convex lens) : এটি কর্নিয়ার পিছনে অবস্থিত জেলির ন্যায় নরম স্ব"Q পদার্থে তৈরি একটি উত্তল লেন্স।

(জ) অক্ষিপট বা রেটিনা (Retina) : এটি গোলকের পিছনে অবস্থিত একটি Cl`"Q গোলাপি আলোকগ্রাহী পর্দা। রেটিনার উপর আলো পড়লে ঐ স্নায়ুতন্ত্রতে এক প্রকার উত্তেজনা সৃষ্টি হয় এবং g¯—‡®‹ দর্শনের AbfwZ জাগায়।

(ঝ) অ্যাকুয়াস হিউমার ও ভিট্রিয়াস হিউমার (Aqueous hummour and vitreous humour) : লেন্স ও কর্নিয়ার মধ্যবর্তী স্থান এক প্রকার স্ব"Q জলীয় পদার্থে ভর্তি থাকে। একে বলা হয় অ্যাকুয়াস হিউমার। লেন্স ও রেটিনার মধ্যবর্তী অংশে এক প্রকার জেলি জাতীয় পদার্থে cY থাকে। একে বলা হয় ভিট্রিয়াস হিউমার।

আলোক-চিত্রগ্রাহী ক্যামেরা (Photographic Camera)

এই যন্ত্রে আলোকিত e¯'i চিত্র লেন্সের সাহায্যে আলোক চিত্রগ্রাহীপাতের উপর গ্রহণ করা হয়। এই কারণে যন্ত্রটি আলোক-চিত্রগ্রাহী ক্যামেরা সংক্ষেপে ক্যামেরা নামে পরিচিত। ক্যামেরার বিভিন্ন অংশ হলো : (১) ক্যামেরা বাক্স (২) ক্যামেরা লেন্স (৩) রন্ধ্র বা ডায়াফ্রাম (৪) সাটার (৫) পর্দা (৬) আলোকচিত্রগ্রাহী পেট (৭) ¯jvBW|



চিত্র ১১.১০ : আলোকচিত্রগ্রাহী ক্যামেরার গঠন

ক্রিয়া (Action) : কোনো e¯'i ফটো তোলার c‡e ক্যামেরায় ঘষা কাচের পর্দাটি বসিয়ে যন্ত্রটিকে j¶¨e¯' PQ এর দিকে ধরে সাটার খুলে দেওয়া হয়। অতঃপর ক্যামেরা বাক্সের দৈর্ঘ্য কমিয়ে বাড়িয়ে এমন অবস্থায় রাখা হয় যাতে লক্ষ্যe¯'i উল্টা

প্রতিবিম্ব pq পর্দার উপর গঠিত হয়। ডায়াফ্রামের সাহায্যে প্রতিবিম্বটি প্রয়োজনমতো উজ্জ্বল করা হয়। এরপর ঘষা কাচের পর্দা সরিয়ে সাটার বন্ধ করা হয় এবং ঐ স্থানে আলোক চিত্রগ্রাহী প্লেটসহ স্লাইড বসানো হয়। এখন স্লাইডের ঢাকনা সরিয়ে নিয়ে সাটার ও ডায়াফ্রামের মধ্য দিয়ে একটি নির্দিষ্ট সময় পর্যন্ত আলোক চিত্রগ্রাহী প্লেটের উপর আলোক আপতিত হতে দিয়ে পুনরায় ডায়াফ্রেম বন্ধ করা হয়। এই প্রতিক্রিয়াকে এক্সপোজার বা আলোক m¤úvZ (exposure) বলে। এই আপতিত আলোকে আলোক চিত্রগ্রাহী প্লেটের রৌপ্য দ্রবণে রাসায়নিক ক্রিয়া ঘটে। এইবার স্লাইডের মুখের ঢাকনা বন্ধ করে অন্ধকার ঘরে নিয়ে যাওয়া হয় এবং আলোক চিত্রগ্রাহী প্লেটটিকে স্লাইড হতে বের করে ডেভেলপার (developer) নামক এক প্রকার রাসায়নিক দ্রবণে ডুবিয়ে রাখা হয়। প্লেটের যে অংশ সিলভার হ্যালাইডকে ডেভেলপার বিজারণ (reduction) প্রক্রিয়ায় রৌপ্য ধাতবে পরিণত করে। লক্ষ্যe¯'i যে অংশ যত উজ্জ্বল, প্লেটের সেই অংশে তত রূপা জমা হয় এবং তত বেশি কালো দেখায়। আলোর তীব্রতা ও উন্মোচনকালের উপর রূপার স্তরের পুরত্বের তারতম্য নির্ভর করে। এখন প্লেটটিকে পানিতে ধুয়ে হাইপো (Sodium thiosulphate) নামক দ্রবণে ডুবানো হয়। এতে প্লেটের যে যে অংশে আলোক পড়ে না সেই সকল অংশের সিলভার হ্যালাইড গলে যায়। অতঃপর পরিষ্কার পানি দ্বারা প্লেটটি ধুয়ে ফেলা হয়। এভাবে প্লেটে লক্ষ্যe¯'i একটি নিগেটিভ চিত্র পাওয়া যায়।

নিগেটিভ হতে প্রকৃত চিত্র অর্থাৎ পজিটিভ মুদ্রিত করার জন্য নিগেটিভের নিচে সিলভার হ্যালাইড দ্রবণের প্রলেপ দেওয়া ফটোগ্রাফের কাগজ স্থাপন করে অল্প সময়ের জন্য নিগেটিভের উপর আলোক m¤úvZ করতে হয়। এরপর c‡ei মতো হাইপোর দ্রবণে ফটোগ্রাফের কাগজ ডুবিয়ে পরিষ্কার পানিতে ধুয়ে পজিটিভ পাওয়া যায়।

ক্যামেরার সাথে মানব চক্ষুর তুলনা

ক্যামেরা	চক্ষু
১) এতে একটি রুদ্ধ আলোক প্রকোষ্ঠ থাকে যার ভিতর দিক কালো রঙে রঞ্জিত। কালো রঙের জন্য ক্যামেরার ভিতর প্রবিষ্ট আলোকের প্রতিফলন হয় না।	১) চোখের অক্ষিগোলকের কৃষ্ণ প্রাচীর রুদ্ধ আলোকে প্রকোষ্ঠের ন্যায় ক্রিয়া করে। এই প্রাচীরের জন্য চোখের ভিতর আলোকের প্রতিফলন হয় না।
২) ক্যামেরার সাটারের সাহায্যে লেন্সের মুখ যে কোনো সময়ের জন্য খোলা রাখা যায়।	২) চোখের পাতার সাহায্যে চক্ষু লেন্সের মুখ যে কোনো সময়ের জন্য খোলা রাখা যায়।
৩) ডায়াফ্রামের বৃত্তাকার ছিদ্র পথ ছোট বড় করে প্রতিবিম্ব গঠনের উপযোগী প্রয়োজনীয় আলোক ক্যামেরায় প্রবেশ করতে দেওয়া হয়।	৩) আপতিত আলোকের তীব্রতা ভেদে কর্নিয়ার ছিদ্র পথে আপনা আপনি সংকুচিত ও প্রসারিত হয়ে প্রতিবিম্ব গঠনের জন্য প্রয়োজনীয় আলোক প্রবেশ করতে দেয়।
৪) লেন্সের একটি নির্দিষ্ট ফোকাস `iZ থাকে।	৪) লেন্সের ফোকাস `iZ এর সাথে যুক্ত পেশি বন্ধনীর সাহায্যে পরিবর্তন করা যায়।
৫) এটির অভিসারী লেন্সের সাহায্যে লক্ষ্যe¯'i প্রতিবিম্ব গ্রহণ করা যায়।	৫) কর্নিয়া, অ্যাকুয়াস হিউমার, চক্ষু লেন্স, ভিট্রিয়াস হিউমার একত্রে একটি অভিসারী লেন্সের ন্যায় ক্রিয়া করে লক্ষ্যe¯'i প্রতিবিম্ব গঠন করে থাকে।
৬) আলোক চিত্রগ্রাহী প্লেটে লক্ষ্যe¯'i একটি ev¯Íe, উল্টা ও খাটো প্রতিবিম্ব ফেলা হয়।	৬) আলোক সুবেদী অক্ষিপটে লক্ষ্যe¯'i ev¯Íe, উল্টা ও খাটো প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।

নতুন শব্দ : আলোর প্রতিসরণ, পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন, সংকট কোণ।

এই অধ্যায় পাঠ শেষে যা শিখলাম–

- একটি নির্দিষ্ট স্ব"Q মাধ্যমে আলো সরল রেখায় চলে কিন্তু অন্য মাধ্যমে প্রবেশের সাথে সাথেই মাধ্যমের ঘনত্ব অনুসারে এর দিক পরিবর্তন হয়।
- লম্বভাবে আলো এক মাধ্যম থেকে ভিন্ন অন্য স্ব"Q মাধ্যমে যাওয়ার সময় এর গতিপথের কোনো দিক পরিবর্তন হয় না।
- আলোক রশ্মি যখন হালকা মাধ্যম থেকে ঘন মাধ্যমে প্রবেশ করে তখন এটি অভিলম্বের দিকে সরে আসে। আলোক রশ্মি যখন ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে প্রবেশ করে তখন এটি অভিলম্ব থেকে `‡i সরে যায়।
- cY অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের সময় ঘন মাধ্যমে আপতন কোণ অবশ্যই এর মাধ্যম দুটির সংকট কোণের চেয়ে বড় হতে হবে।
- মানব চক্ষুর কার্যপ্রণালি আলোক চিত্রগ্রাহী ক্যামেরার মতো।

অনুশীলনী

শন্যস্থান পরণ কর

১। ভিন্ন মাধ্যমে আলোক রশ্মির গতিপথের দিক নির্ভর করে মাধ্যমের ———— উপর।

২। অভিলম্ব বরাবর আপতিত আলোক রশ্মি ———— হয়ে নির্গত হয়।

৩। cY অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনে ———— কোণ ———— কোণের চেয়ে বড়।

সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১। আলো ভিন্ন মাধ্যমে গতিপথ পরিবর্তন করে কেন?

২। মরীচিকা কীভাবে সংগঠিত হয়?

৩। সংকট কোণ কী? এটি কখন সৃষ্টি হয়?

৪। মানব চোখ ও ক্যামেরার অমিলগুলো কী কী?

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

১. চোখের শ্বেতপ্রাচীরের সামনের অংশকে কী বলে?

ক. লেন্স   খ. রেটিনা

গ. কর্নিয়া   ঘ. আইরিস

২. অপটিক্যাল ফাইবার ব্যবহৃত হয়-

i. জ্বালানি কাজে

ii. পাকস্থলি পর্যবেক্ষণে

iii. টেলিযোগাযোগের ক্ষেত্রে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i ও ii   খ. i ও iii

গ. ii ও iii   ঘ. i, ii ও iii

নিচের চিত্র থেকে ৩ ও ৪ নম্বর প্রশ্নের উত্তর দাও

৩. কোন চিত্রে আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম হতে হালকা মাধ্যমে প্রবেশ করছে?

ক. P খ. Q

গ. R ঘ. S

৪. কোন চিত্রে আপাতন কোণ ও প্রতিসরণ কোণের মান সমান-

ক. P ও R খ. Q ও R

গ. Q ও S ঘ. S ও P

সৃজনশীল প্রশ্ন

১. আনিস একদিন গোসল করতে পুকুর ঘাটে গেল। সে পুকুরের ¯^"Q পানিতে দৃশ্যমান সিঁড়িতে পা রাখল। কিন্তু সিঁড়িটি তার ধারণার চেয়ে নিচে থাকায় সে পড়ে গেল। অন্যদিকে তার ছোট ভাই পুকুরে সুড়কি দিয়ে মাছ ধরতে গেল। কিন্তু সঠিক অবস্থানে সুড়কি নিক্ষেপ না করায় সে মাছ ধরতে ব্যর্থ হলো।

ক. অক্ষিগোলক কাকে বলে?

খ. আলোক রশ্মির দিক পরিবর্তনের কারণ কী?

গ. পুকুরে আনিসের পড়ে যাওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর।

ঘ. কী ধরনের কৌশল অবলম্বন করলে আনিসের ছোট ভাইয়ের মাছ শিকার করা সম্ভব হতো? যুক্তিসহ মতামত দাও।

২.

ক. আলোর প্রতিসরণ কাকে বলে?

খ. অপটিক্যাল ফাইবার বলতে কী বুঝায়?

গ. চিত্রে সংকট কোণ ব্যাখ্যা কর।

ঘ. RO রশ্মির গতিপথ চিত্র এঁকে ব্যাখ্যা কর।